



Ko-HAF – Kooperatives Hochautomatisiertes Fahren

Projekthinhalte und Forschungsschwerpunkte

Stand: Mai 2017

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

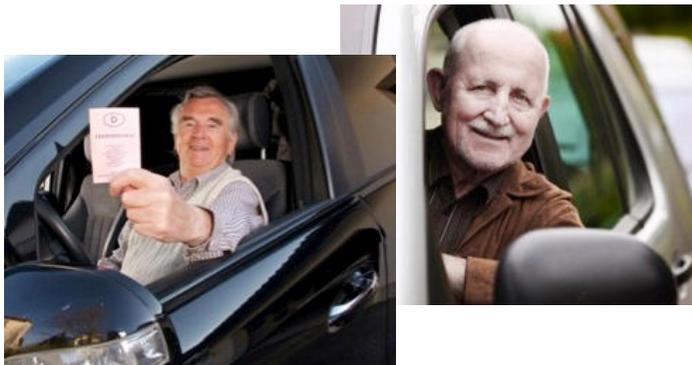
Motivation: Herausforderungen Mobilität



Tote und Verletzte durch individuelle Mobilität: **Senkung der Unfallzahlen**



Volkswirtschaftliche Schäden durch Verkehrsbehinderungen auf Straßen in Deutschland: **Erhöhung der Effizienz**



Zukünftig höheres Durchschnittsalter der Bevölkerung: **Erhaltung von Mobilität**

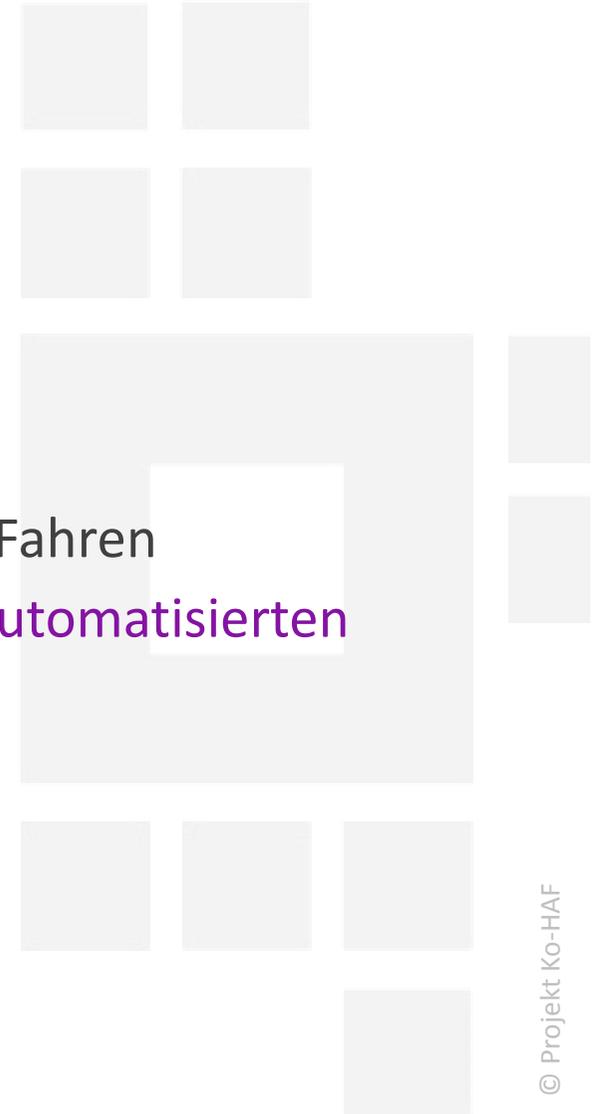
Automatisierung von Fahrfunktionen ist eine Antwort auf viele Fragestellungen zukünftiger Mobilität!

Motivation



Motivation

- Mobilität ändert sich
- Automatisierung von Fahrfunktionen wird zur Schlüsseltechnologie
- Zwei Entwicklungsrichtungen sind zu erwarten
 - **Revolutionäre** Entwicklungsansätze zum autonomen Fahren
 - **Evolutionäre** Entwicklung auf Basis der heutigen teilautomatisierten Fahrfunktionen

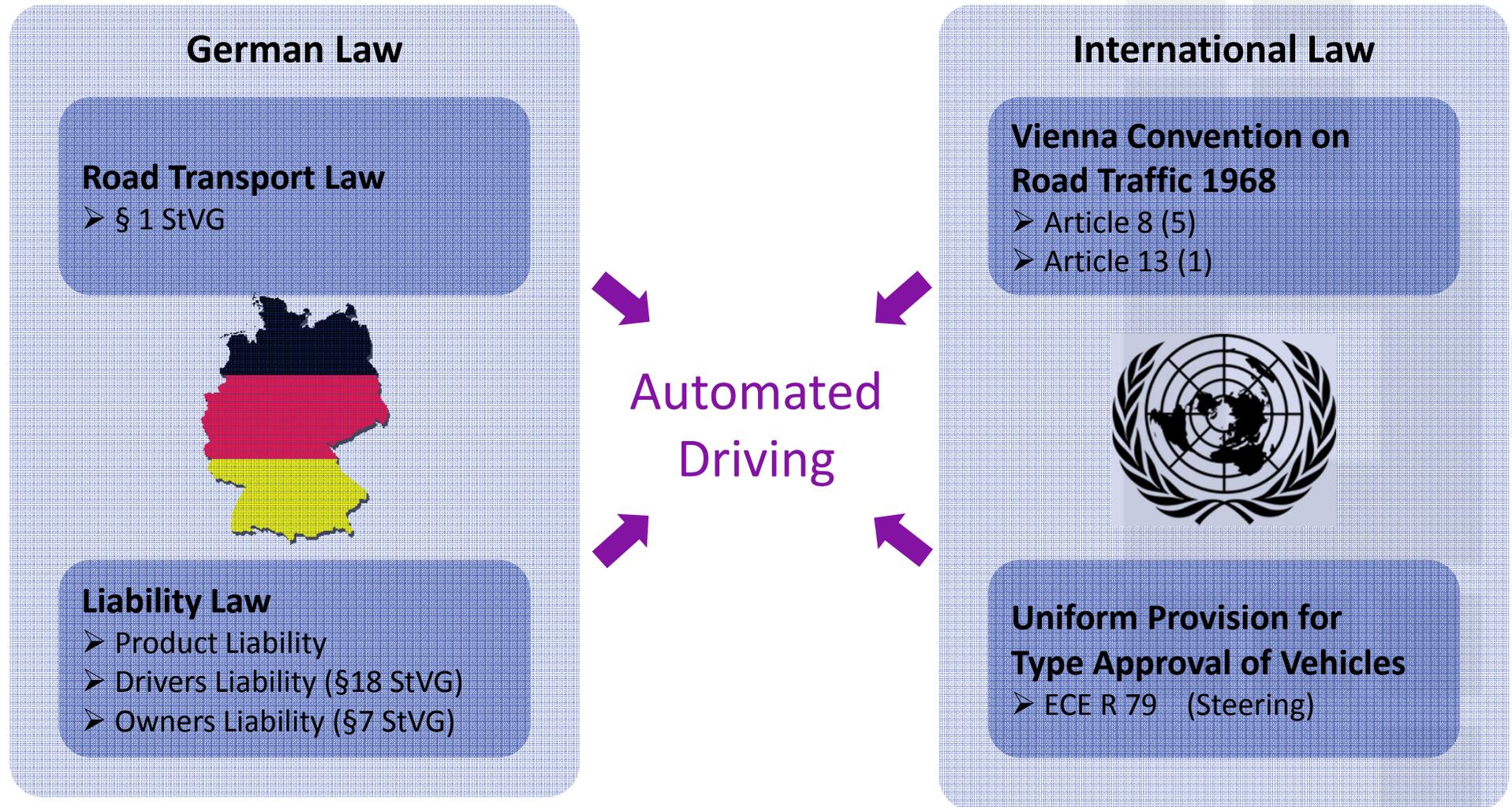


Projektziel

Ko-HAF zielt auf das **hochautomatisierte Fahren der zweiten Generation**, d.h.

- **Abwendung** von der Fahraufgabe
- bei Geschwindigkeiten **bis 130 km/h**
- mit **Verfügbarkeit in Sondersituationen** und in komplexen Autobahnszenarien
- bei **komfortabler, vorausschauender** Fahrweise
- bei weiterer **Steigerung der Sicherheit und Verkehrseffizienz**

Herausforderungen für Hochautomatisierung



Herausforderungen für Hochautomatisierung

■ Sensorik und Umfeldmodellierung

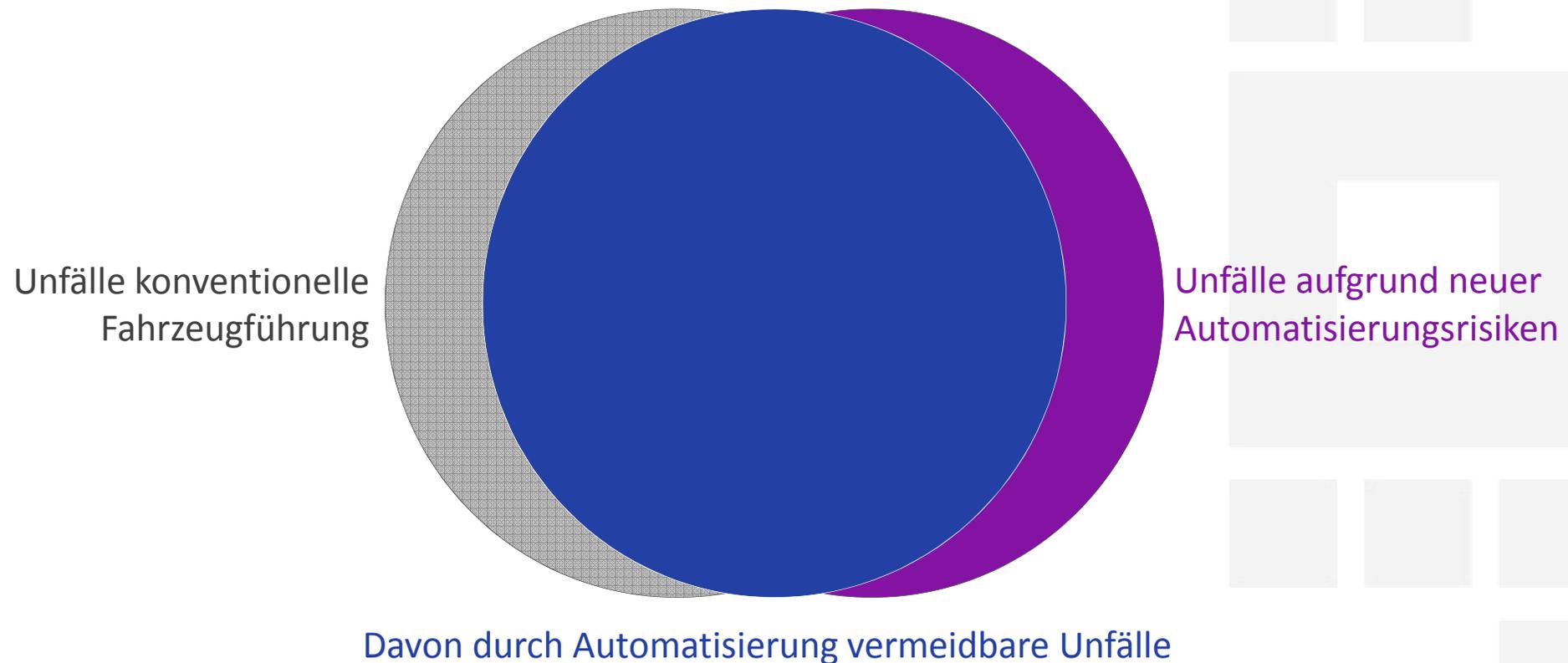
- Plötzliche Fahrerübernahme erforderlich (z. B. Wegfall Markierung, sehr komplexer Fahrbahnverlauf in Baustelle, ...)
- Bei 130 km/h und 10 s Vorwarnzeit muss Situation in über 350 m Distanz erkannt werden, um Fahrer rechtzeitig über anstehende Übernahme zu informieren
- Auf absehbare Zeit verfügbare Onboard-Umfeldsensoren bieten nicht diese Leistungsfähigkeit!

■ Entwicklung hochautomatisierter Funktionen



Herausforderungen für Hochautomatisierung

Validierung und Absicherung



Quelle: T. Gasser, Rechtsfolgen zunehmender Fahrzeugautomatisierung, 5. Tagung Fahrerassistenz, München, 2012

Herausforderungen für Hochautomatisierung

Validierung und Absicherung

- Wie testen wir hochautomatisiertes Fahren?
- Absicherungsaufwände steigen mit der Systemkomplexität. Automatisierte Fahrzeuge sind sehr komplex!
- Wie erhalten wir einen repräsentativen Überblick über mögliche Gefahrensituationen (Feldtests, erweiterte Unfallanalyse)?
- Wie erproben wir Technologien in Grenzbereichen?



Herausforderungen für Hochautomatisierung

Mensch

- Welche **Rolle** hat der Fahrer?
- Integration und Bewertung von **fahrfremden Tätigkeiten**
- Gestaltung von Transitionen



Rahmendaten

Projektlaufzeit	06/2015 – 11/2018
Spezifikations- und Konzeptphase	– 05/2016
Entwicklung / Realisierung Interaktion zwischen Safety Server (Backend) und Fahrzeug (Frontend)	– 05/2017
Funktionsumsetzung Ko-HAF Normal- und Notbetrieb	– 02/2018
Erprobungsphase	– 11/2018
Gesamtvolumen	36,3 Mio. €
Förderung BMWi	16,9 Mio. €

Gefördert durch:



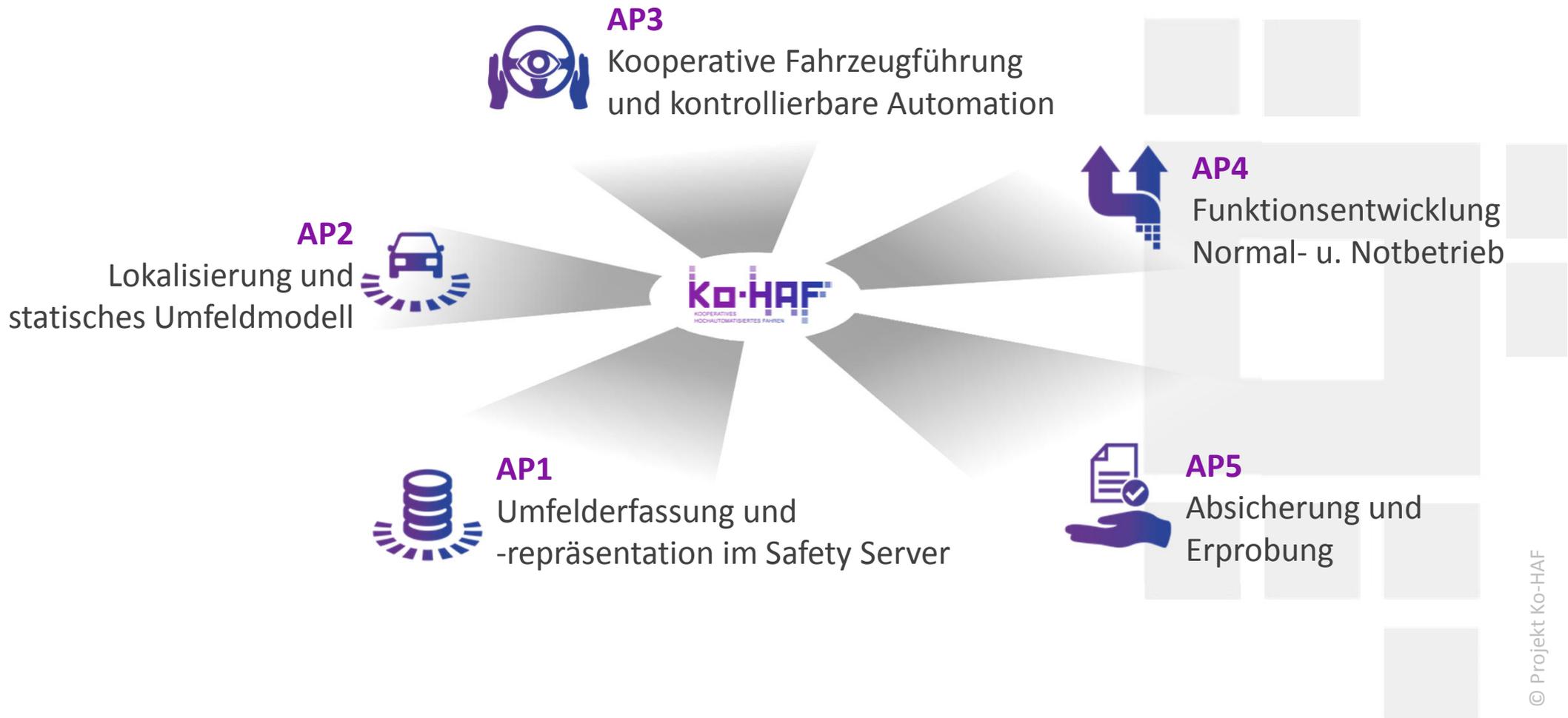
Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

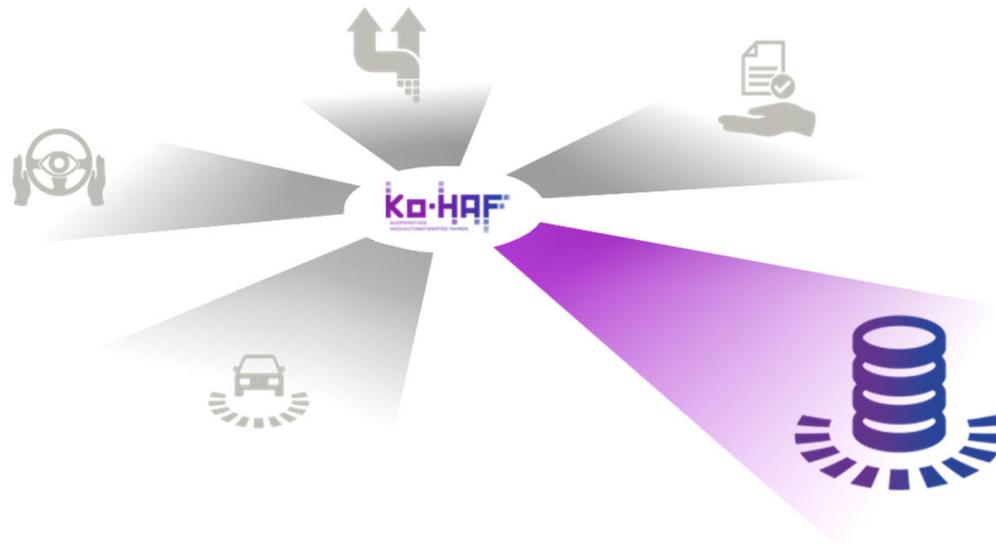
Projektpartner

Automobilhersteller	Zulieferer	KMU	Öffentliche Institutionen	Forschungseinrichtungen
   	  		  	   

Projektstruktur



AP1 – Zielsetzung



AP1 Umfelderfassung und -repräsentation im Safety Server

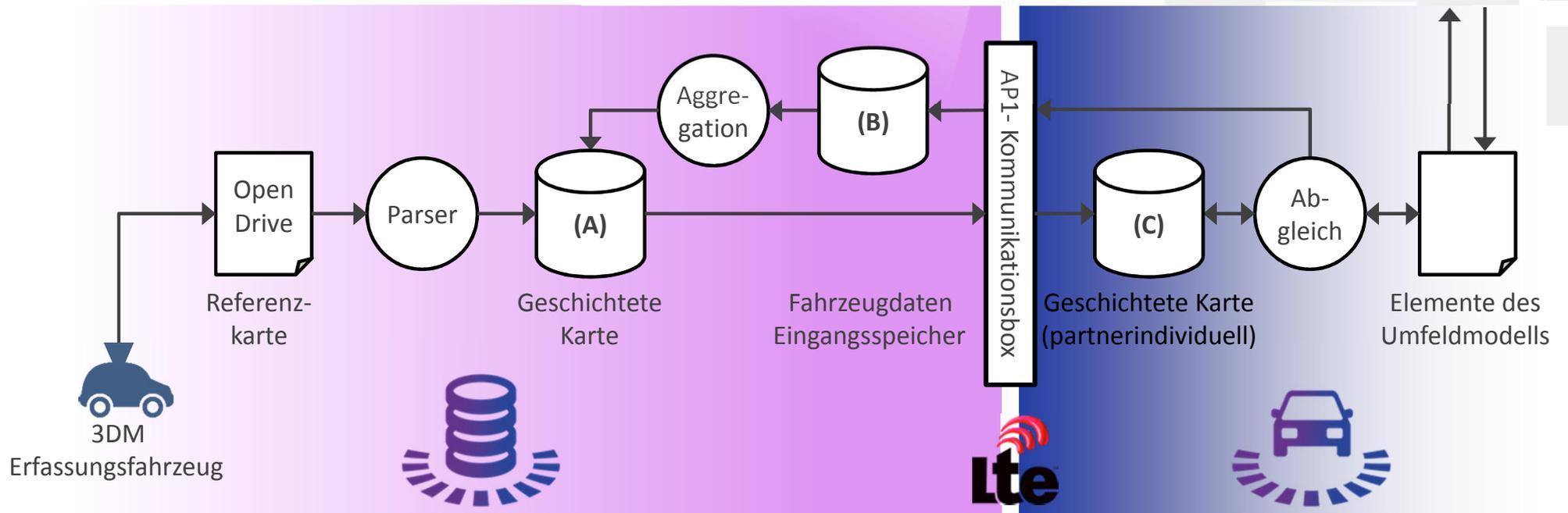


- **Erhöhung der Vorausschau** über die Reichweite heutiger Sensoren hinaus durch Kollektive Perzeption
- Der prototypische **Backend-Dienst „Safety Server“** verbindet dazu die heterogene Landschaft der Versuchsfahrzeuge
- Fahrzeuge und externe Datenquellen liefern **aktuellere Daten** als jemals zuvor
- Genaue Karten werden damit zu **aktuellen Karten**

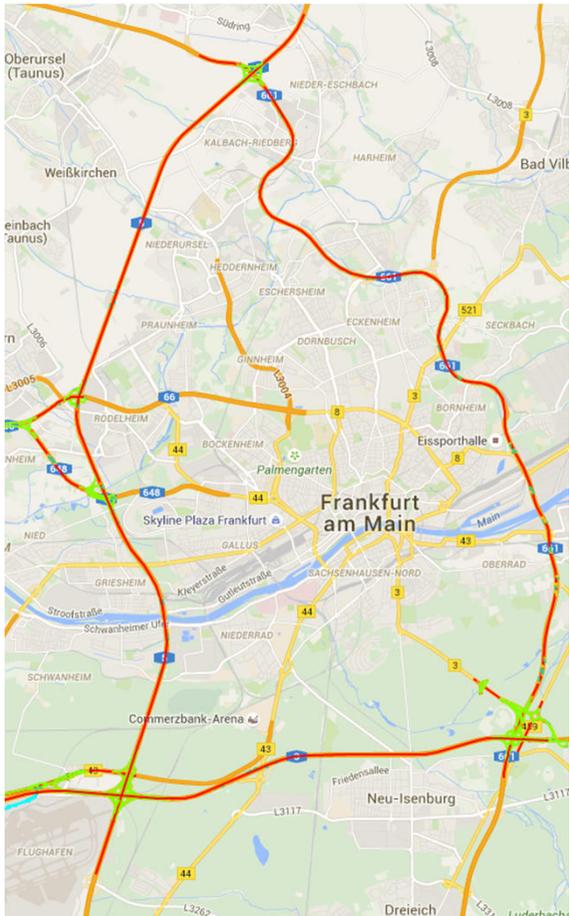
AP1 – Kollektive Perzeption

Funktionsentwicklung für Normal- und Notbetrieb setzt auf Daten aus dem Safety Server

Safety Server als zusätzlicher Sensor für Lokalisierung und statisches Umfeldmodell



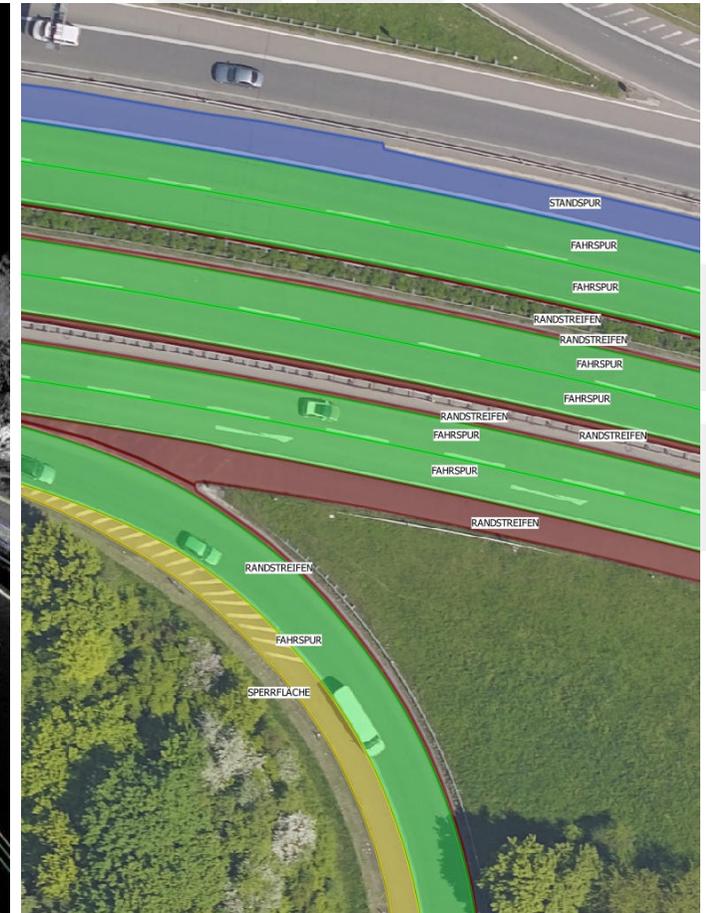
AP1 – Zwischenergebnisse: Testgebiet definiert, vermessen und Karte erstellt



Teststrecke um Frankfurt



Reference Map XML / OpenDrive

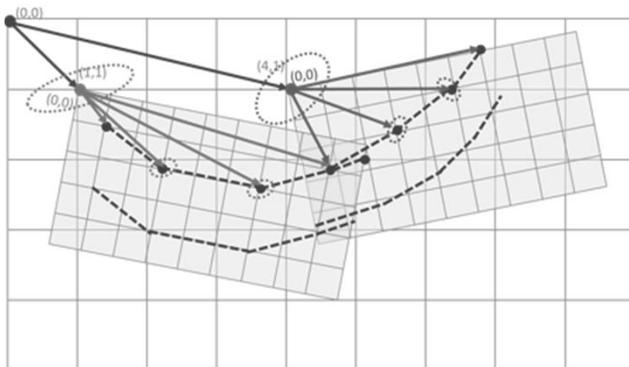


Kartenelemente

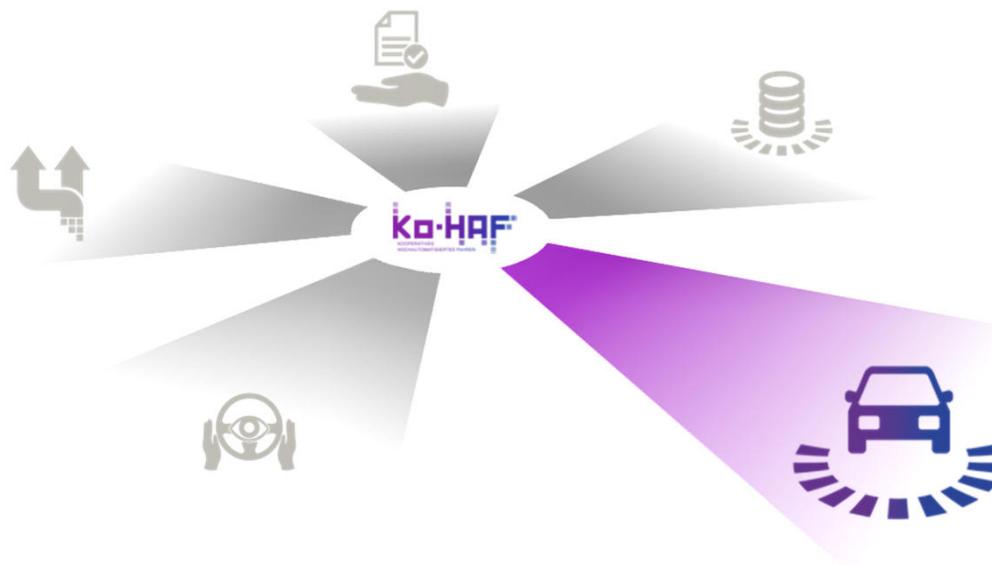
© Projek

AP1 – Zwischenergebnisse

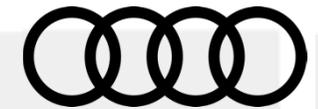
- Spezifikation eines **kartenunabhängigen Austauschverfahrens** für hochgenaue Geometrie liegt vor
- **Spezifikation der Nachrichtenformate** zur Übertragung liegt vor
- Spezifikation des **Datenformates im Server** liegt vor
- **Implementierung** des Safety Servers liegt in Grundversion vor
- **Erste Messfahrten durchgeführt** und Messdaten im spezifizierten Format verarbeitet
- **Erste Ergebnisse der Aggregatoren** liegen vor
- **AP1-Kommunikationsbox ist in Fahrzeuge eingebaut** und Grundfunktionalität implementiert



AP2 – Zielsetzung

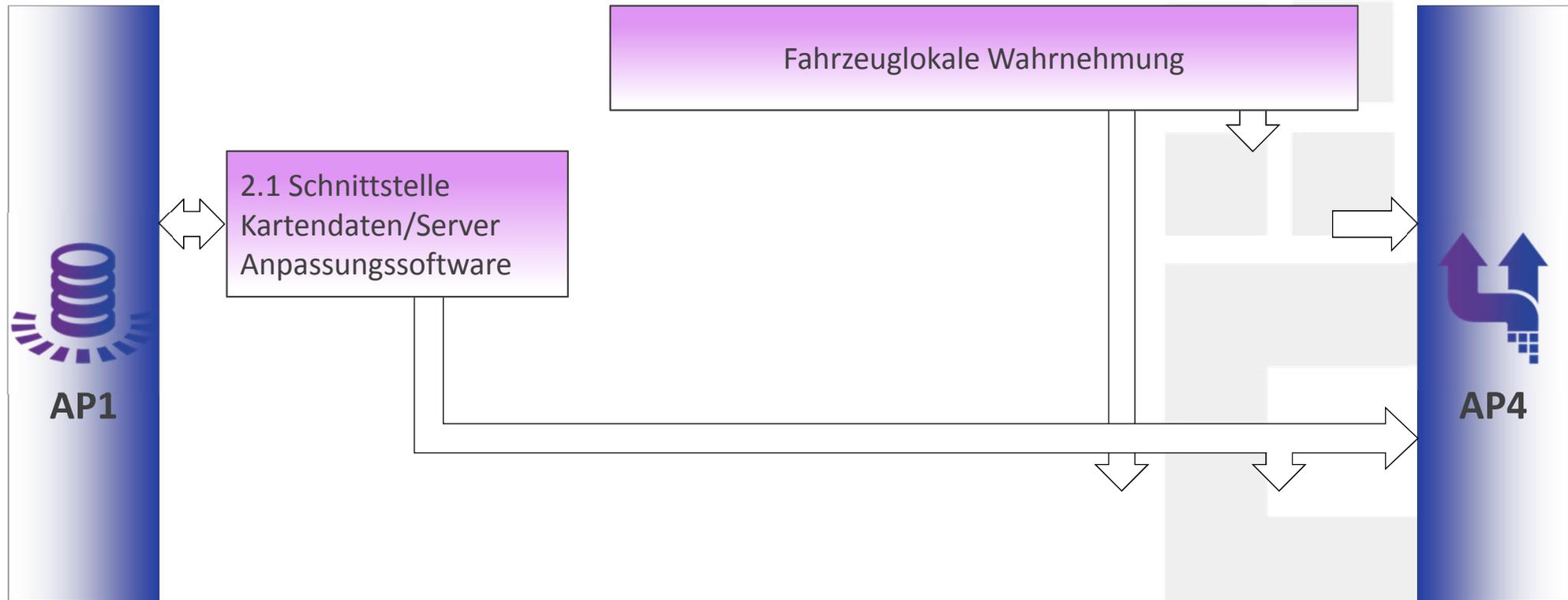


AP2 Lokalisierung und statisches Umfeldmodell



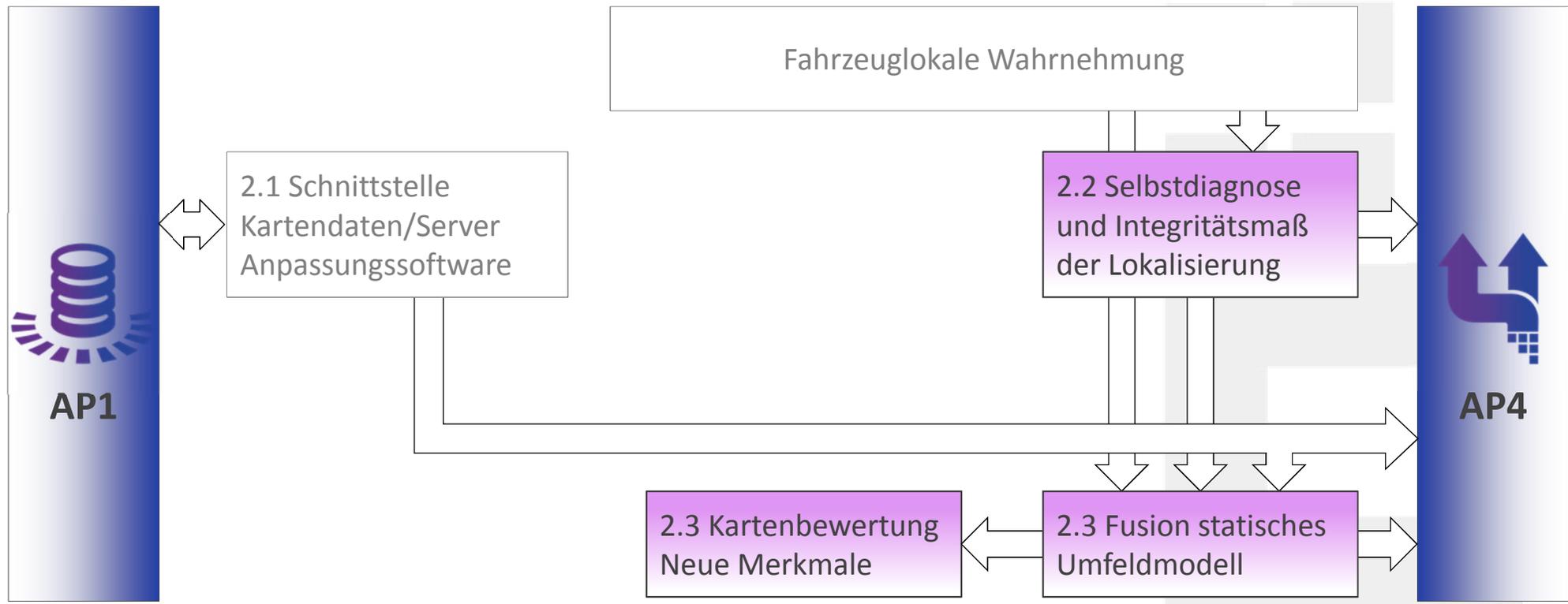
- Übermittlung von Umfelddaten an ein zentrales Backend
- Hochgenaue Lokalisierung mit robuster Verfügbarkeit
- Fusion des sensorbasierten Umfeldmodells mit Backend-Daten

AP2 – Architektur

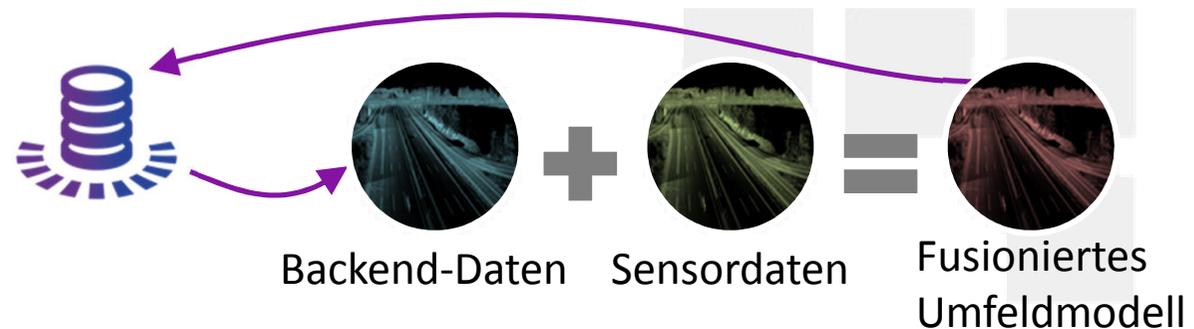


AP-übergreifend und **unabhängig** von partnerspezifischen Kartenformaten

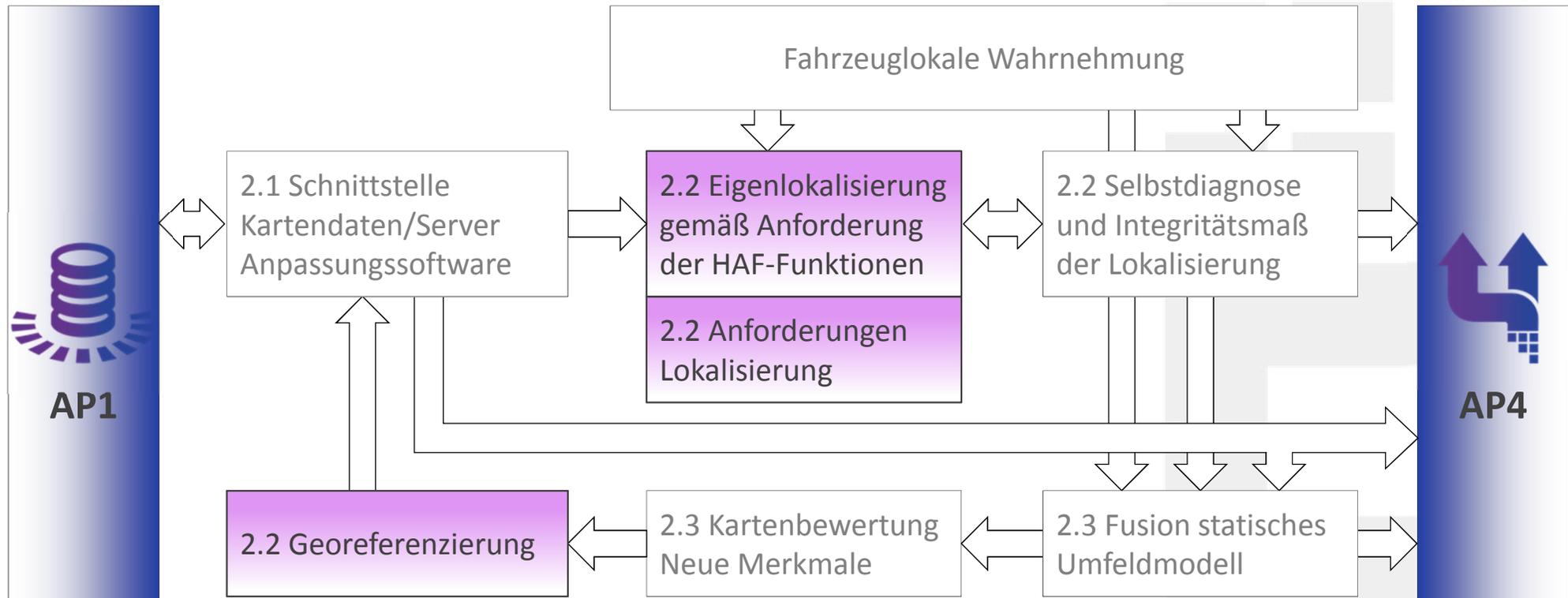
AP2 – Architektur



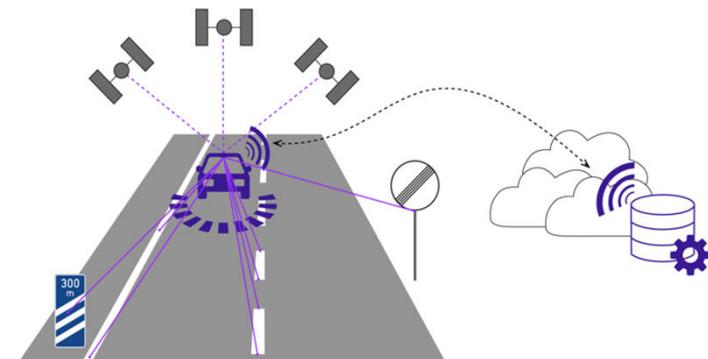
- **Plausibilisierung** der Backend-Daten mit den Fahrzeug-Sensordaten
- **Georeferenzierung** der Umfeldmerkmale und Rückmeldung an das Backend bei Abweichungen



AP2 – Architektur



- **Stützung der Lokalisierung** durch georeferenzierte Landmarken aus dem Backend
- **Georeferenzierung** der extrahierten Umfeldmerkmale
- **Selbstdiagnose** und Integritätsmaße der Lokalisierung

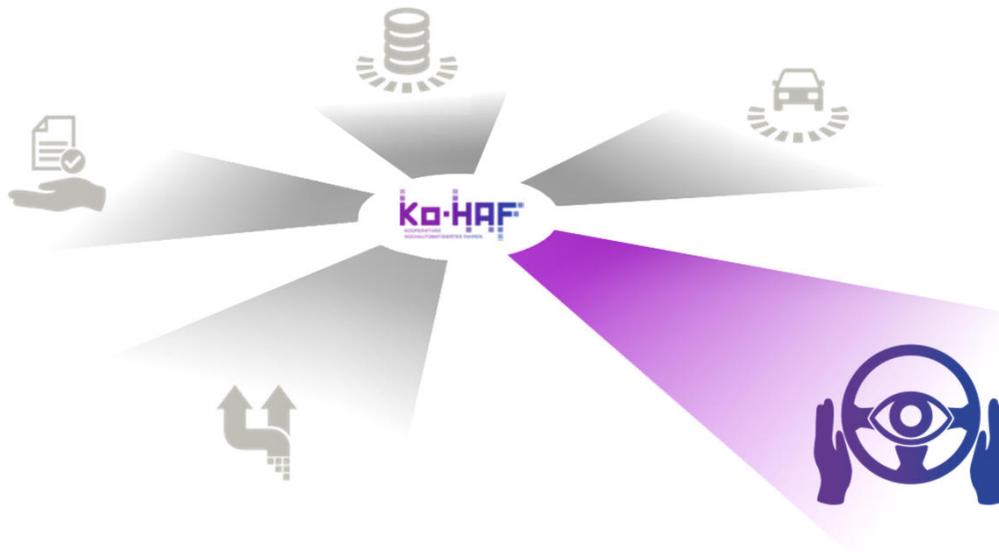


AP2 – Zwischenergebnisse

- Datenaustausch
 - Erster Durchstich bzgl. **Datenaustausch zwischen Frontend (AP2) und Backend (AP1)** ist erfolgt
- Lokalisierung
 - Erster Durchstich bzgl. der **Referenzierung von Landmarken** ist erfolgt
 - Erster Durchstich bzgl. der **Landmarken-basierten Lokalisierung** ist erfolgt
- Fusion
 - Erster Durchstich bzgl. der **Fusion von digitalen Kartendaten und sensorischer Wahrnehmung** ist erfolgt



AP3 – Zielsetzung



AP3 Kooperative Fahrzeugführung und kontrollierbare Automation

- Spezifikationen der Prüfzenarien und Aspekte der Mensch-Maschine-Interaktion
- Modellierung der Fahrer Verfügbarkeit und Vigilanz
- Untersuchung von Automationseffekten
- Für HAF optimierte Transitionskonzepte
- Empfehlungen zu Methoden und Interaktionskonzepten

AP3 – Zentrale Fragestellungen

- Welche **Rolle** hat der Fahrer?
- Wie lange darf sich ein Fahrer einer **fahrfremden Tätigkeit** widmen?
- Wie lange dauert es, bis der Fahrer bei einer plötzlichen Störung die **Fahraufgabe wieder übernehmen** kann?
- Die Heterogenität der Transitionen nimmt zu – wie bleibt das System **bedienbar**?



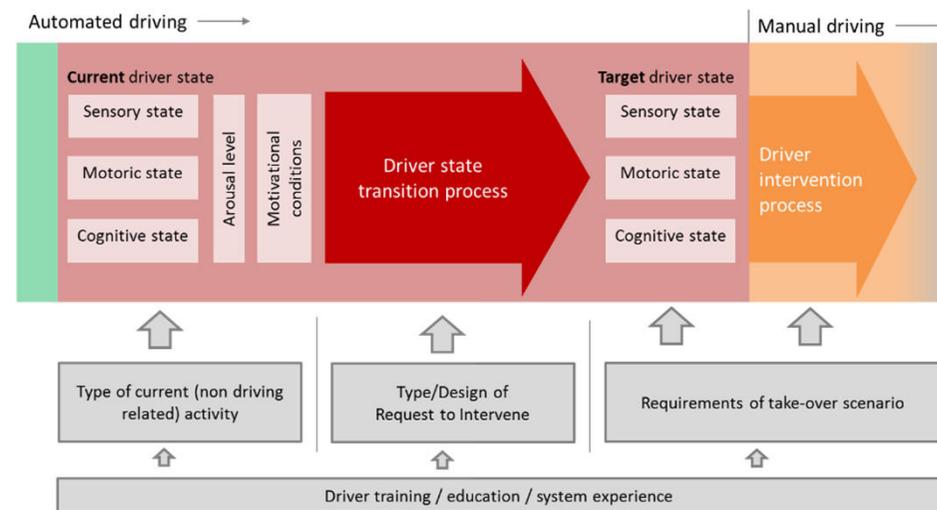
Ironies of Automation

“Automated systems still are man-machine systems, for which both technical and human factors are important.”
(Bainbridge, 1983)

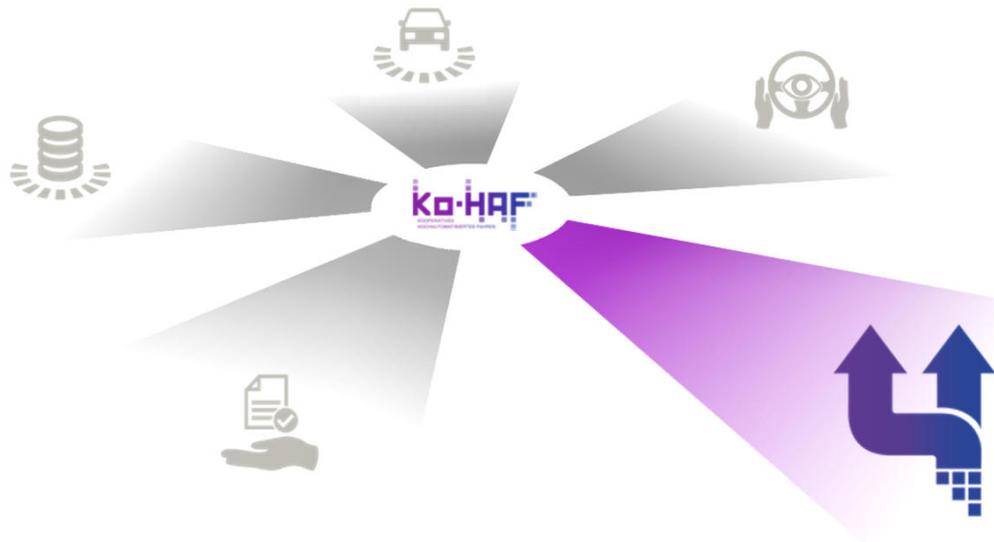
“... the irony that the more advanced a control system is, so the more crucial may be the contribution of the human operator.”

AP3 – Zwischenergebnisse

- **Prüfszenarien, Metriken und Anforderungen an Übernahmekonzepte** definiert
- Studien zu **fahrfremden Tätigkeiten** und **müden Fahrern** größtenteils abgeschlossen (10+ Simulator- und Realfahrzeugstudien)
- **Modellierung der Fahrer Verfügbarkeit** aktuell im Fokus



AP4 – Zielsetzung



AP4 Funktionsentwicklung für Normal- und Notbetrieb



- Umfeldmodellierung und Situationsanalyse
- Entwicklung hochautomatisierter Fahrfunktionen
- Vorausschauender Umgang mit Gefahrenstellen
- Überführung in einen risikominimalen Zustand

AP4 – Funktionsentwicklung

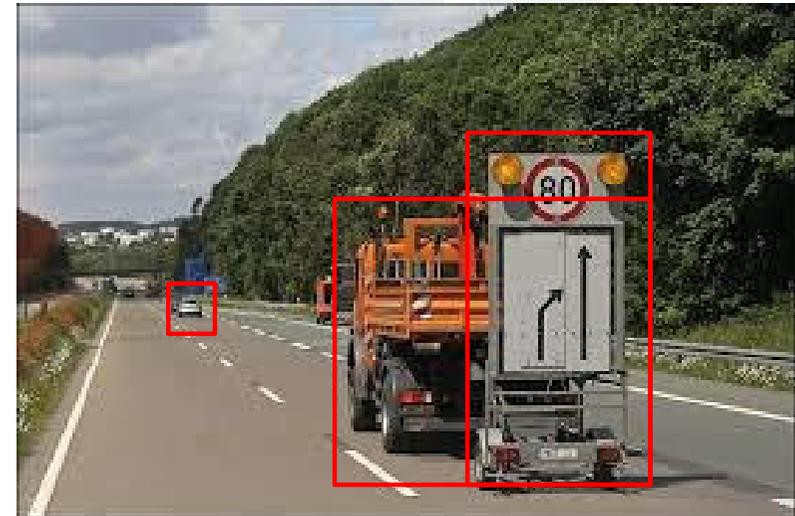
- Entwicklung und Test von HAF-Funktionen für den Normalbetrieb

Funktionen	Projektpartner					
						
Abfahrtautomation	✓		✓	✓	✓	
Autobahnkreuze		✓				✓
Auffahren und Einfädeln	✓		✓	✓	✓	
Baustelle		✓				
Einstellbares Fahrverhalten				✓		

- Zwischenergebnisse:
 - Szenarienkatalog fertiggestellt
 - Fahrzeugaufbau und Funktionsentwicklung gestartet

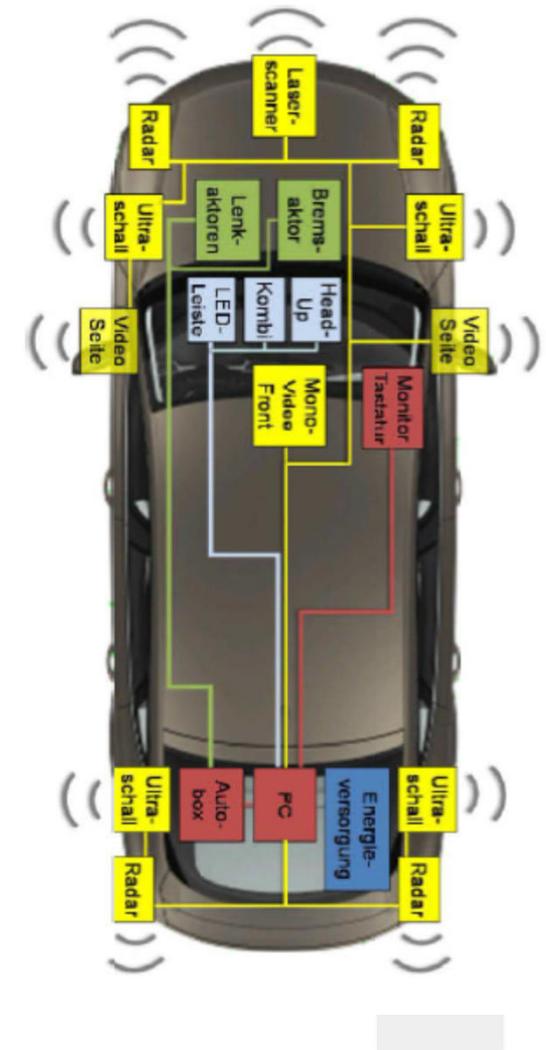
AP4 – Gefahrenstellen

- **Taktischer / unmittelbarer Umgang**
→ Sicherheitsmanöver
 - Bremsen
 - Lenken
- **Strategische Reaktion** auf Basis von Serverdaten → vorausschauendes Manöver
 - Geschwindigkeit reduzieren
 - Fahrstreifen wechseln
 - Abstand erhöhen
 - Fahrer informieren



AP4 – Fahrzeugaufbau und sicherer Betrieb

- Umrüstung von **Serienfahrzeugen in HAF-Fahrzeuge**
- Konzepte für Maßnahmen zur Erreichung des **risikominimalen Zustand** im eigenen Fahrzeug
 - Was ist ein risikominimaler Zustand?
 - Wie erreiche ich den risikominimalen Zustand?
- **Kooperative Maßnahmen** auf Basis von Serverdaten
- **Sicherheitskonzept** für Versuchsbetrieb auf öffentlichen Straßen
 - Notabschaltung bei Fehlfunktion
 - Übersteuerung des Systems durch den Fahrer



AP5 – Zielsetzung



- Testmethodik zur Erprobung automatisierter Fahrfunktionen
- Aufbau virtueller Erprobungsumgebungen (HW/SW)
- Aufbau von Testwerkzeugen für die Realerprobung
- Erprobung neuer hochautomatisierter Fahrfunktionen

AP5 – Vorgehen

- Testprozess und Spezifikation
- Methodik zur Generierung von Sicherheitsaussagen



Aufbau Testvorrichtung und Ausstattung Testgelände

Schnittstelle
 zwischen virtueller
 und realer Erprobung

Virtuelle Tests und Erprobung

Gemeinsame Erprobung auf
 abgeschlossenem Testgelände

Gemeinsame Erprobung auf
 der öffentlichen Teststrecke



© Continental



© Continental

AP5 – Zwischenergebnisse

- Szenarien- und Testkatalog erstellt
- Initiale Testmethodik entwickelt
 - Ansatz: Minimierung der Fahrversuche im öffentlichen Verkehr
 - Strategie: Kombination von virtueller Erprobung und Realversuch
 - Ziel: Hoher Automatisierungsgrad durch XiL
- Anforderungen an Teststrecke und Testmittel definiert
- Vorbereitung öffentliches Testfeld abgeschlossen

#	Szenario	Skizze	Beschreibung	Ausgangssituation	Endsituation	Szenarie Elemente	Ausgangssituation	Endsituation
7	Hochautomatisiertes Auffahren und Einfädeln		Das Fahrzeug fährt auf einer Soltrajektorie von einer Rampe über einen Beschleunigungstreifen auf die rechte Fahrspur der Autobahn	Das Szenario beginnt mit Befahren der Rampe/des Aufwärtstreifens. Dies ist im manuellen als auch im automatisierten Fahrbetrieb (im Rahmen von Autobahnkreuzen) möglich.	Das Szenario endet, sobald das Fahrzeug den Zielfahrtstreifen (durchgehender rechter Fahrtstreifen) erreicht hat. Für den Fall, dass das Auffahren fehlgeschlagen ist, wird das Fahrzeug am Ende des Einfädelungstreifens zum Stehen kommen (MPM).	1) Rampe 2) Beschleunigungstreifen 3) Durchgehender Fahrtstreifen	1) Das HAF Fahrzeug befährt einen AB-Zubringer und nähert sich der Rampe. Bei Befahren der Rampe beginnt das Szenario. 2) Sobald das Fahrzeug die Rampe verlassen hat und den Beschleunigungstreifen erreicht, beginnt das Szenario. 3) Nach dem Beschleunigen und dem Einfädeln in den fließenden Verkehr beginnt das Szenario auf dem durchgehenden Fahrtstreifen.	1) Das Szenario endet mit Erreichen des Beschleunigungstreifens. 3) Das Szenario endet, sobald das Fahrzeug den Zielfahrtstreifen (durchgehender rechter Fahrtstreifen) erreicht hat.

Zusammenfassung / Erwartete Innovationen

- **Kollektive Perzeption** mittels Kommunikation zwischen Fahrzeugen und Safety Server (Backend) → erweiterte Umfeldwahrnehmung
- **Datengewinnung** im Fahrzeug einschließlich Eigenlokalisierung und Interaktion mit dem Safety Server
- **Lückenlose Übergänge** zwischen Normalbetrieb und aktiven Sicherheitsfunktionen sowie bei den Transitionen unterschiedlicher Automatisierungsstufen
- **Überführen in den sicheren Zustand** (Notbetrieb), z.B. bei Ausfall des Fahrers (keine Reaktion auf Übernahmeaufforderung)
- **Gemeinsame, experimentelle Erprobung** der HAF-Funktionen auf Autobahnen im gemischten, öffentlichen Verkehr
- Entwicklung von **Test- und Evaluierungsmethoden** für hochautomatisierte Systeme

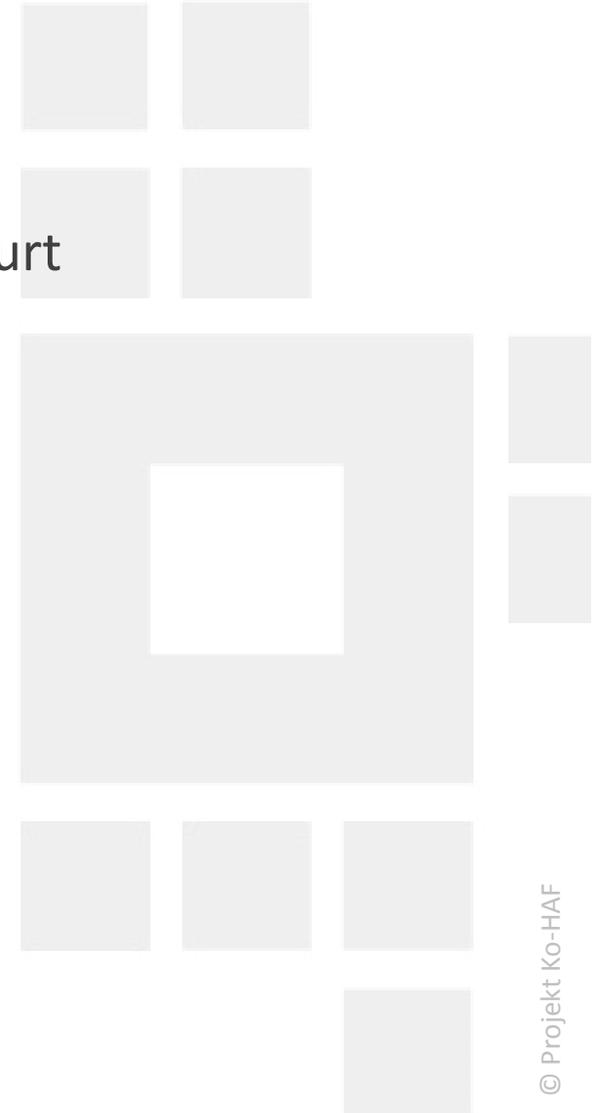
Kontakt



- Projektkoordination
 - Dr. Andree Hohm
 - Continental Teves AG & Co. oHG Frankfurt
 - koordinator@ko-haf.de



- Projektbüro
 - Dr. Gerald Heimann
 - ZENTEC GmbH
 - projektbuero@ko-haf.de



Kontakt

<http://www.ko-haf.de>





Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Die Inhalte dieser Präsentation (u.a. Texte, Grafiken, Fotos, Logos etc.) und die Präsentation selbst sind urheberrechtlich geschützt. Sie wurden durch das Projektkonsortium Ko-HAF erstellt bzw. vom Projektkonsortium lizenziert. Eine Weitergabe, Modifizierung, Veröffentlichung, Übersetzung oder Vervielfältigung von Präsentation und/oder Inhalten ist nur mit schriftlicher Genehmigung des Konsortiums zulässig.

© Copyright Projekt Ko-HAF, 2017, Kontakt: projektbuero@ko-haf.de

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages